

Depuraciones de lo amorfo. Modelaciones morfológicas en base a procesos de crecimiento y fragmentación escalar

Depurations of the amorphous. Morphological models based on growth processes and scalar fragmentation

DOI: 10.17981/mod.arq.cuc.22.1.2019.05

Artículo de investigación. Fecha de Recepción: 03/30/2019. Fecha de Aceptación: 05/15/2019.

Omar Cañete Islas 

Universidad de Valparaíso (Chile)
ocanetei00@yahoo.es

Para citar este artículo:

Cañete, O. (2019). Depuraciones de lo amorfo. Modelaciones morfológicas en base a procesos de crecimiento y fragmentación escalar, *MODULO ARQUITECTURA CUC*, vol. 22, no. 1, pp. 99-132, 2019. DOI: <http://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.22.1.2019.05>

Resumen

El artículo revisa ciertas posibilidades de modelación pre-arquitectural, derivadas del paradigma morfológico-espacial proveniente de la tradición moderna en la arquitectura y arte, orientada a la liberación del espacio y la depuración de la forma, basada en la regulación de operaciones y procedimientos a partir de exploraciones morfológicas usualmente colindantes con lo amorfo o formas irregulares, que nos ofrecen las llamadas teorías de la Complejidad, propio de geometrías como los fractales, las teorías del Caos, los sistemas iterados, los lenguajes de patrones, la fragmentación escalar, la deconstrucción, el crecimiento modular, entre otras, las cuales progresivamente han sido asimiladas o exploradas en diversos sentidos y ángulos, desde la arquitectura, constituyendo un fértil campo de exploración contemporánea. En este marco, se plantea una revisión de casos planteados en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Valparaíso, discutiendo y revisando las implicancias para la modelación morfológica como herramienta pedagógica y de exploración formal.

Palabras clave: Representación; composición-expresión; abstracción-concretitud; complejidad morfológica; purismo formal

Abstract

The article reviews certain possibilities of pre-architectural modeling, derived from the morphological-spatial paradigm coming from the modern tradition in architecture and art, oriented to the liberation of space and the purification of form, based on the regulation of operations and procedures from morphological explorations usually adjacent to the amorphous or irregular forms, which are offered to us by the so-called Complexity theories, characteristic of geometries such as fractals, Chaos theories, iterated systems, pattern languages, scalar fragmentation, deconstruction, modular growth, among others, which have progressively been assimilated or explored in different senses and angles, from architecture, constituting a fertile field of contemporary exploration. Within this framework, a review of cases raised in the School of Architecture of the University of Valparaíso is proposed, discussing and reviewing the implications for morphological modeling as a pedagogical tool and formal exploration.

Keywords: Representation; composition-expression; abstraction-concreteness; morphological complexity; formal purism

INTRODUCCIÓN

En el presente artículo, se propone así, un marco y metodología general de trabajo, donde los alumnos puedan explorar y modelar configuraciones de patrones, tramas, volumetrías y espacialidades en transformación, en base a la modelación de geometrías y tramas irregulares, complejas, mediante técnicas de vectorización y volumetrización, tanto, mediante medios de representación digital como mediante maquetas y modelos espaciales.

Además, en este contexto, debemos considerar las posibilidades que nos brindan las exploraciones morfológicas en general, y el diseño paramétrico, más aún, procedimental, en particular, en tanto aproximación general, que pueda ser integrada desde procesos creativos, específicamente al campo de la enseñanza aprendizaje en la arquitectura, en base al diseño de modelos espaciales y pre-arquitecturales, que permitan encadenarse posteriormente a grados mayores de elaboración, y a criterios como los relativos al ámbito estructural, funcional, de emplazamiento, vinculación con el entorno, programáticos y especialmente, proyectuales.

MARCO TEÓRICO

El problema de las formas constituye un campo de indagación, experimentación y modelación creciente, tanto dentro como fuera de las artes. Desde inicios de siglo XX, los trabajos del biólogo teórico D'Arcy Thompson (1992), ya proponía la morfología como un campo propio y transversal para estudiar

las transformaciones estructurales y funcionales dentro de organismos vivos, en el marco de la teoría de la evolución, que, durante el siglo XX, biólogos como Lyndenmayer & Przemyslaw (1996), continuaron desarrollando, con la creación de nuevos sistemas de reglas de modelación computacional, aplicado al lenguaje y diseño de patrones y sistemas dinámicos o evolutivos. Por su parte, desde la física, la termodinámica, al estudiar el estudio de las turbulencias, pronto se percató que las ecuaciones usualmente llamadas lineales, no daban cuenta de la infinidad de trayectorias posibles de un objeto o de un fluido en interacción o transformación. Esto forzó al desarrollo de nuevas matemáticas, que, no conformándose con la geometría euclidiana, desarrollo bellas teorías como los fractales (Mandelbrot, 1997) y los sistemas iterados, que permiten modelar y representar formas complejas, orgánicas y en constante transformación escalar. Por su parte, el desarrollo de la computación, ha potenciado el desarrollo de numerosas nuevas matemáticas, permitiendo su modelación gráfica de riquísimas posibilidades.

Desde el punto de vista teórico, esto nos plantea diversas posibilidades de expresión y exploración de la forma, con diversos grados de autonomía morfológica, entendiendo la forma en un continuo que va desde las geometrías puras, entendidas usualmente como formas poliédricas regulares, generalmente cerradas (donde destacan las formas platónicas ideales como el cuadrado, el círculo, etc.) hasta el amplio reino de lo amorfo, entendiéndolas como un continuo que va desde el trazo más simple al trazo más irregular y/o fragmentado.

En el arte moderno, autores como Kandinsky (2003) y Gestalt (Grassi, 2013), también revisaron y reflexionaron sobre la importancia de los fenómenos de tensión y equilibrio visual entre las formas puras; y como los procesos de abstracción de las formas, permitían abrir el campo para incluir no solo el estudio de formas puras, sino, de las formas orgánicas, más complejas. Artistas como Paul Klee (hasta Polooock) planteaban la importancia de entender la línea como algo dinámico, incluso corporal y gestual-expresivo, que va desde el punto mínimo, hasta cualquier forma posible e imaginable, abierta o cerrada, llena o vacía, inter-dimensional y multi-escalar inclusive.

En la arquitectura, por cierto, estos elementos se asocian, dentro de la tradición moderna, a una búsqueda de la liberación del espacio, como gran punto de inflexión, a partir del cual, se desarrollan, en distintas oleadas de vanguardias y autores, diversos modos de exploración en procesos constructivos y configuración de espacios en base a operaciones formales, tales como la ruptura de la simetría, los crecimientos modulares, de deconstrucción morfológica, de hibridación, deformación o fusión entre formas complejas y puras, la frag-

mentación escalar, etc. que den cabida a procesos de habitar en todas sus escalas, que van desde el plano local al territorio más amplio.

Hemos de destacar, no solo la panelización implícita en la propuesta de Mies y la Bauhaus, los crecimientos modelares del Team X, la deconstrucción asociada a Eisenman y la generación post-moderna, las intervenciones acupunturales, o las envolventes morfológicas de autores como Steven Holl, Haddid, Struyken, entre tantos otros (Cañete, 2016).

ANTECEDENTES

Desarrollo de un modelo general de trabajo

Como se ha expuesto en diversos trabajos y publicaciones (Cañete, 2014, 2015; 2016, 2017, 2018a; Cañete y López, 2015), en el marco docente, como en diversas experiencias de artes visuales, se ha desarrollado una metodología de trabajo, tendiente a la modelación de espacios y formas pre-arquitecturales, siguiendo criterios de modelación espacial-morfológico.

TABLA 1
ESQUEMA PEDAGÓGICO DE TRABAJO

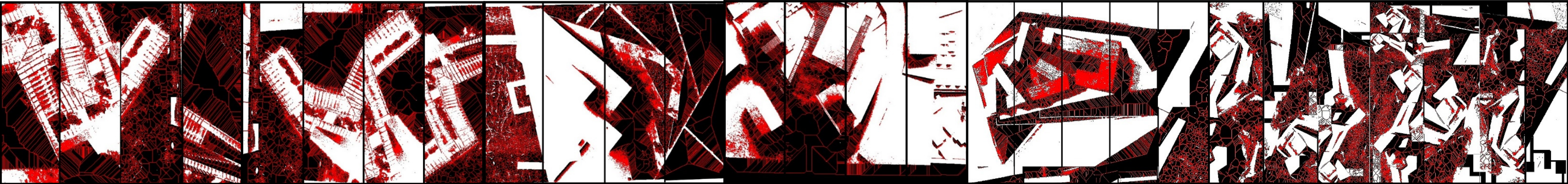
TIPOS DE MODELACIÓN MORFO-ESPACIAL		NIVEL DE COMPLEJIDAD PRE-ARQUITECTURAL		
NIVEL DIGITAL	NIVEL PROCEDIMENTAL			
Modelación morfológica en base a ecuaciones no-lineales, tramas vectorizadas e iteración de funciones	Diseño espacial en base a crecimiento y fragmentación de tramas modulares Diseño espacial en base a deconstrucción de paneles, volúmenes y ensambles modulares	NIVEL 1: Incluye Variables como: a. Conformación de vacíos y espacios arquitecturales, intra e inter volumétrico. a. Circulaciones, recorridos y promenade. a. Jerarquía y relación espacial entre volúmenes	NIVEL 2: Incluye, variables como: niveles, accesos, conexiones gradientes, encajes escalares	NIVEL 3: a. Configuración de tramas b. Ordenamiento según condiciones geo-morfológico territoriales. c. Emplazamiento y Orientación

Fuente: Elaboración propia.

En este entrecruce de formas puras y formas complejas, es posible entender y ampliar la comprensión de procesos creativos, usualmente asociados al crecimiento y fragmentación, depuración y transformación, amplificación y deformación, presente en las artes contemporáneas en general, y en las artes visuales en particular, como un campo

expresivo autónomo, que estando aún, dentro del paradigma e influencia de la modernidad, nos permita más que una oposición, una continuidad en la discontinuidad de posibilidades, viendo en la morfología, un campo autónomo de creación, expresión y modelación.

Figura 1-7. Proyecto de Artes Visuales. Exploraciones y modelaciones morfológicas a partir de principio de depuración morfológica de lo amorfo.
Fuente: Elaboración propia.



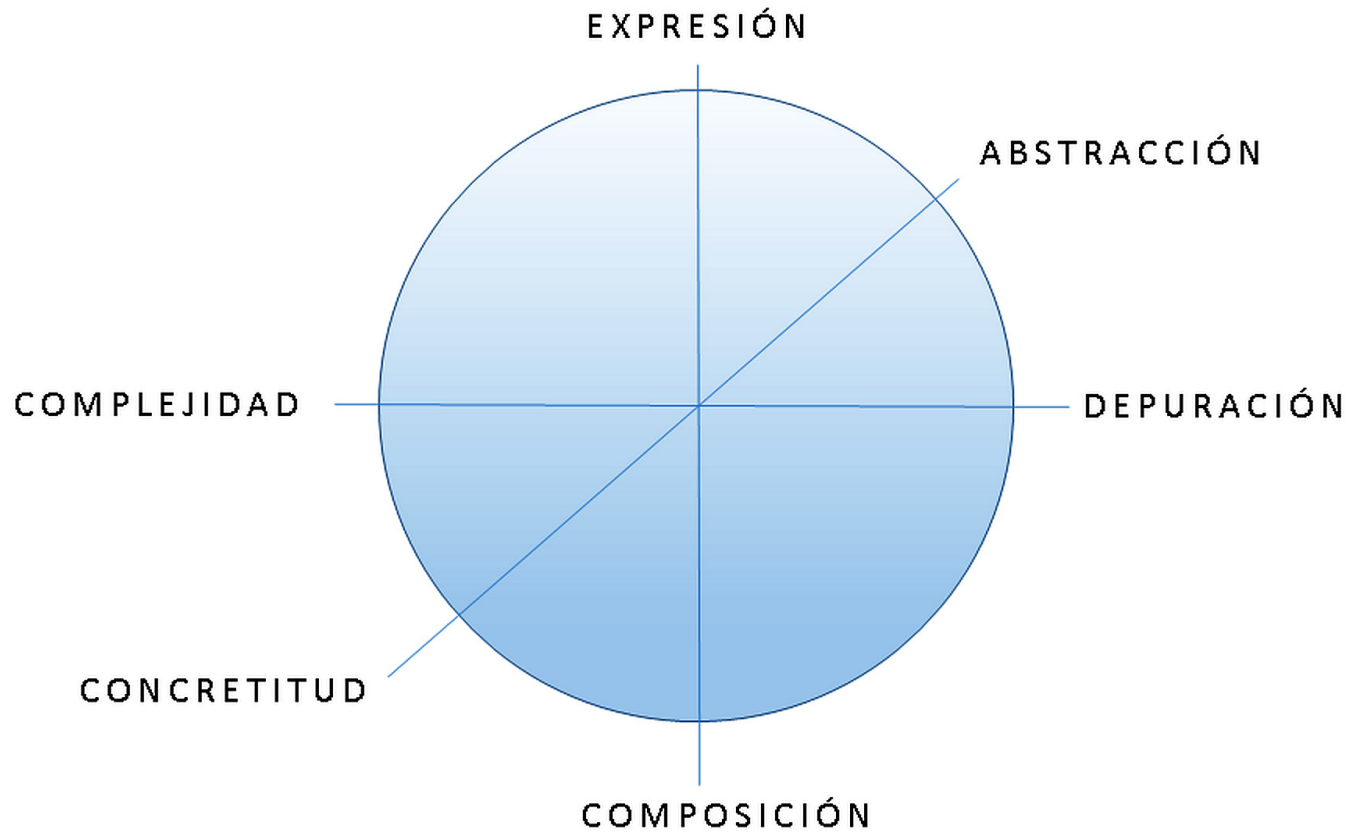


Figura 8. Esquema general de campos morfológicos explorados.
Fuente: Elaboración propia.

Desde un punto de vista general, podemos indicar al menos tres ejes o coordenadas de trabajo, en función ciertos principios formales a trabajar. Refirámonos brevemente a estos principios y sus interacciones e interdependencias:

Dimensiones representativas de la Forma

Según lo expuesto anteriormente, se distinguen los siguientes ejes morfológicos, entendiendo estos ejes, en base a polaridades complementarias entre sí.

Eje 1:

Expresión-Composición

EL proceso de exploración morfológica supone un acto individual creativo y generativo, siempre ligado a una singularidad expresiva¹ propia del sujeto que modela. Incluso, a partir de una misma trama inicial, cada sujeto tenderá a generar diversas relaciones volumétricas, circulaciones, vacíos entre tramas., conexiones, niveles, etc. Por otro lado, a este plano expresivo, ha de contraponerse y producirse un continuo proceso de composición

¹ El problema de la expresión puede remitirse desde el debate en torno a la polaridad interioridad/exterioridad de la fisiognómica aristotélica (retomada en el debate etológico-darwiniano incluso) hasta las polaridades metafísico-físico de concepciones mítico-antropológicas, al plano consciente-inconsciente de enfoques psicologicistas, o histórico-trascendental desde el debate filosófico de las posturas de Hegel y Kant, hasta el plano de alteridad fenoménica vs devenir ontico-existencial de autores como Dilthey, Husserl, Zubiri, Merleau-Ponty, Levinas o Heidegger, por citar a algunos. En el caso del arte occidental, podemos decir que esta mirada y concepción autónoma e interna del sujeto y la subjetividad, se renueva en el Romanticismo, el expresionismo, el surrealismo y otras corrientes centradas en el tema del acto o proceso creativo artístico como algo individual. En este campo se incluye el plano sentimental, intuitivo, pulsional, irracional, onírico-fantástico, corporal-sensorial, perceptual-intuitivo e incluso religioso-experiencial, mayoritariamente. Para una interesante revisión del problema de la expresión como problema filosófico estético (Schwartzmann, 1967), para quién:

"... sólo ahondando en el conocimiento de los fenómenos expresivos, es posible a comprender las obras de arte en sus conexiones culturales originarias. Y ello ocurre porque las preferencias estéticas están condicionadas por el sentimiento expresivo del artista. Lo cual implica que dichas preferencias, creadoras de la unidad entre lo expresado y el modo de expresarlo, derivan de una particular metafísica del hombre, concebido en cuanto ser capaz de expresarse. Este es el verdadero núcleo de experiencias desde el cual el artista vive su ser en el mundo". (...)

En efecto, el creador resuelve las situaciones y antagonismos formales desde su experiencia expresiva. Esto significa que lo estéticamente valioso se subordina a la manera de intuir la expresividad como fenómeno primario" (pp. 14-15).

y configuración métrica, armoniosa y equilibrada de las partes como un todo, que tiende a objetivar según estos meta-criterios, determinadas composiciones y no otras, luego del proceso creativo-exploratorio más expresivo.

Eje 2:

Concretitud-Abstracción

El trabajo de modelación ha de darse en dos planos de trabajo. Por un lado, un plano abstractivo de las relaciones formales, en cuyo extremo ha de estar las relaciones planares y volumétricas en un espacio de representación planar o digital (tipo CAD, pe.), y en el otro, un plano de exploración concreta, sensorio-motriz y manual, a través de modelos trabajados directamente en materiales como diversos tipos de papel y cartón, plumavit, madera, etc. En muchos casos, ha de ser la exploración manual, conocida como maqueta, mucho más creativa y expresiva, sobre la cual, en un segundo momento ha de buscarse la expresión abstractiva propiamente tal.²

² Esta dimensión ya fue destacada por Kandinsky, al plantear la importancia de este eje, en el desarrollo de las corrientes abstractas, especialmente en la pintura. Como expresaba Kandinsky (1993):

La aplicación de la línea en la naturaleza es rica y profusa. Sólo un investigador, un científico podría llevar a cabo un estudio sobre este importante tema. Especialmente valioso para el artista sería advertir hasta qué punto el reino independiente de la naturaleza aplica los elementos básicos: que elementos aparecen, qué propiedades poseen y de qué modo se combinan. Las leyes de composición de la naturaleza se ofrecen al artista, no para ser imitadas, ya que la naturaleza tiene sus finalidades propias, sino para ser confrontadas con las del arte (pp. 110-111).

Eje 3:

Complejidad Formal- Depuración Formal

El estudio de la forma, abarca también, planos de irregularidad, que usualmente deslindan con la idea de azar o algo amorfo, versus otra polaridad, usualmente denominada como más depurada, de formas euclidianas e ideales. Entre ambas, existe una estrecha relación develada recientemente por geometrías como los fractales, donde la completitud ideal, es solo un momento dentro de un continuo transformacional e interactivo. Basta con cambiar, variar o alterar pequeños parámetros o valores, para que la forma varíe. Esto nos da una continuidad operacional entre polos que tradicionalmente eran y son vistos aun, como polaridades discontinuas.

Desde el punto de vista pedagógico, durante los procesos de modelación morfológica, se busca que los alumnos comprendan el peso relativo, pero también interdependencia, que, en cada caso, tienen estas coordenadas de trabajo.

Lo anterior opera como base de lo que denominaremos un MINIMALISMO GENERATIVO (Cañete, 2017, 2018b, 2019), que pone énfasis en el aspecto procedimental del proceso de modelación a partir de lo amorfo, tanto física como abstrativamente, lo que permite emprender diversos tipos de experiencias de

exploración y modelación formal. Revisemos algunas posibilidades de modelación y exploración morfológica, siguiendo estos criterios, las que conforman aun verdadera metodología de trabajo.

METODOLOGÍA

Descomposición Cromática-Morfológica

Considérese que buscamos mecanismos que nos permitan asimilar los procesos de transformación graduada, mediante gradientes morfológicas entre patrones o estados morfológicos. En este marco, una primera área de exploración la desarrollaremos, a modo de ejemplo, con la descomposición cromática de una imagen, sea esta un cuadro o fotografía, como en los siguientes casos. Por cierto, sabemos que este tipo de exploraciones fueron consideradas en corrientes artísticas tales como el cubismo, el expresionismo y la pintura abstracta en general. No obstante, para estos efectos ocuparemos la descomposición que nos permiten softwares como CORELDRAW.

En este marco, se les pide a los alumnos que, en base la descomposición cromática de fotografías, desarrollen videos, tipo stop-motion, con estos principios.

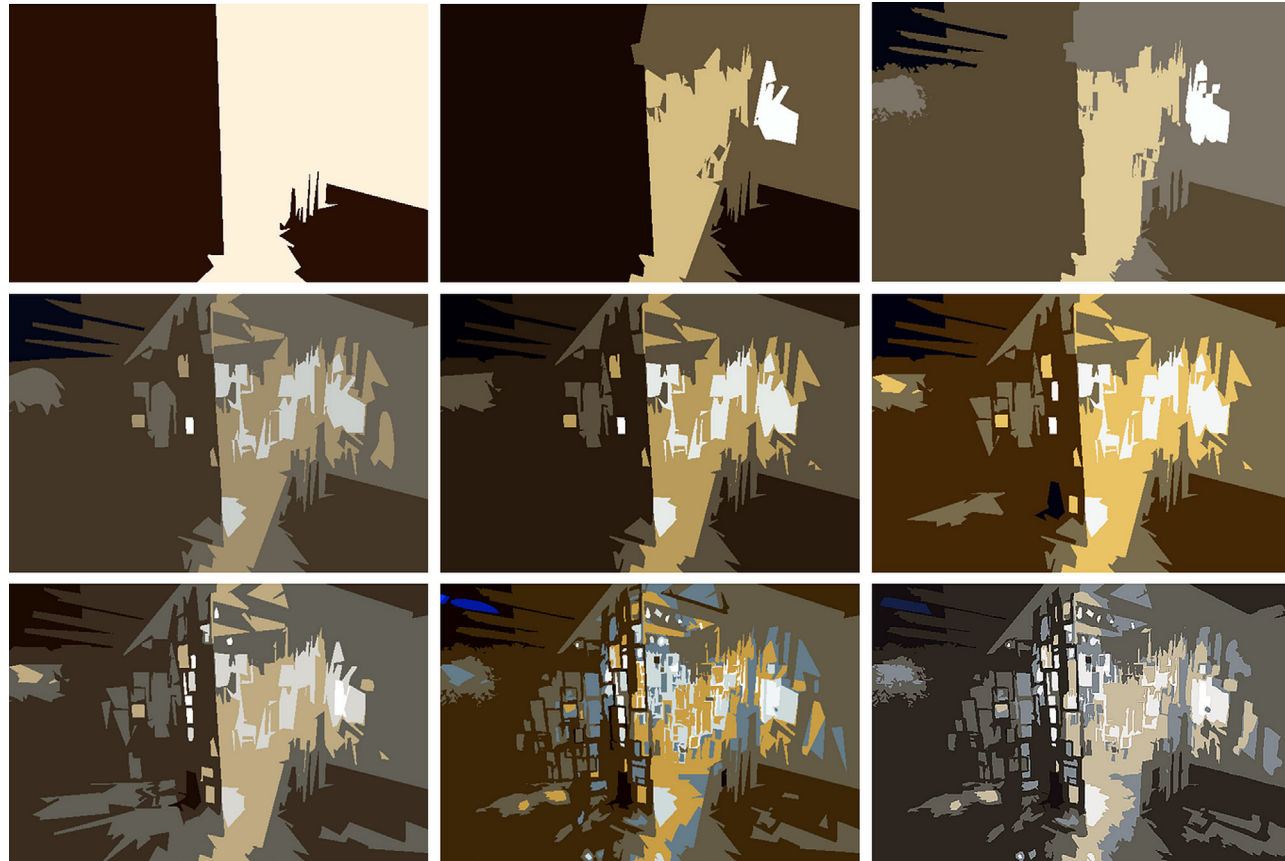
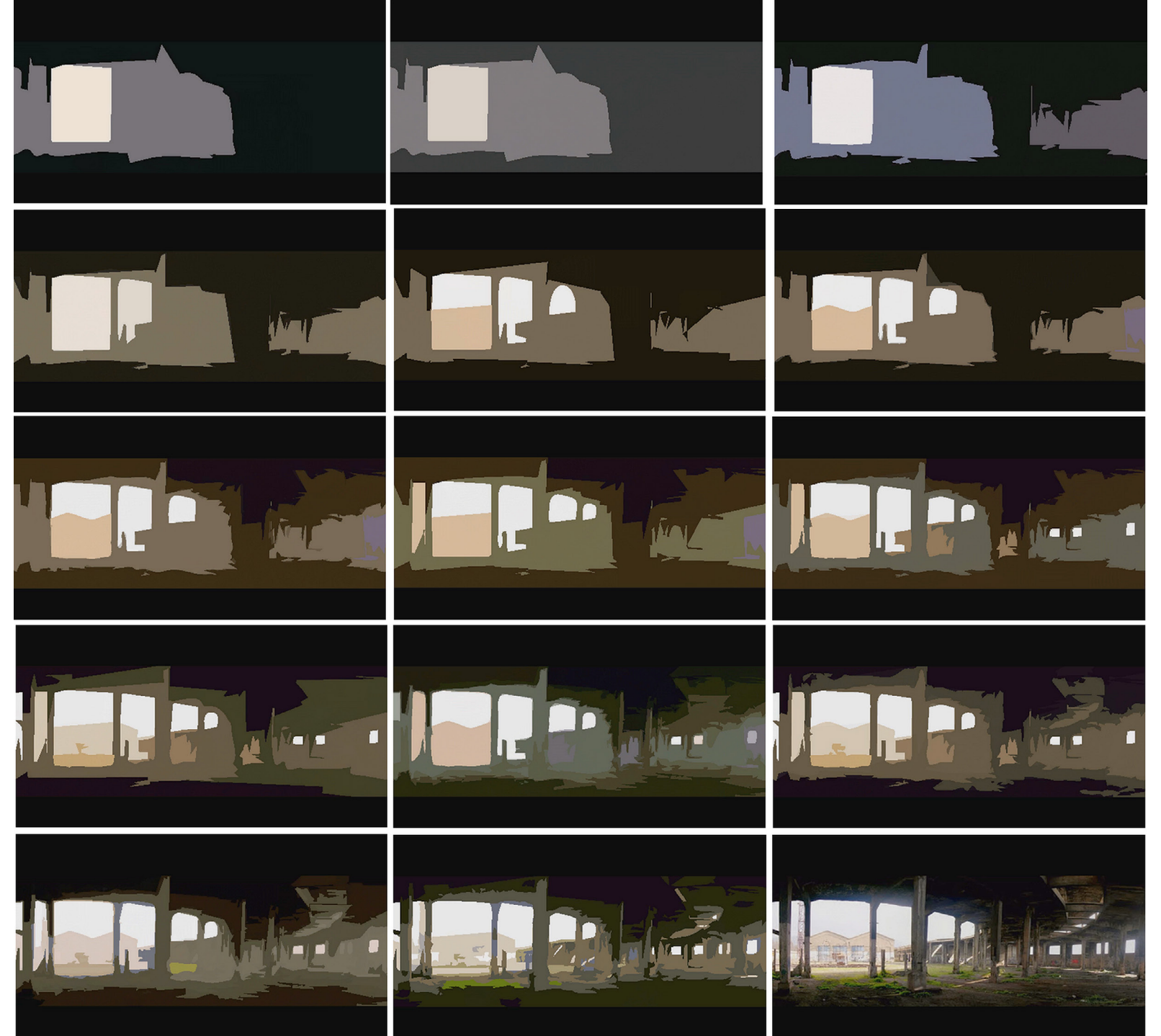


Figura 9-10. Descomposición cromática de una fotografía.
 Obsérvese las trama y patrones morfológicos generados
 con menos o más colores puestos en juego.
 Fuente: Elaboración propia



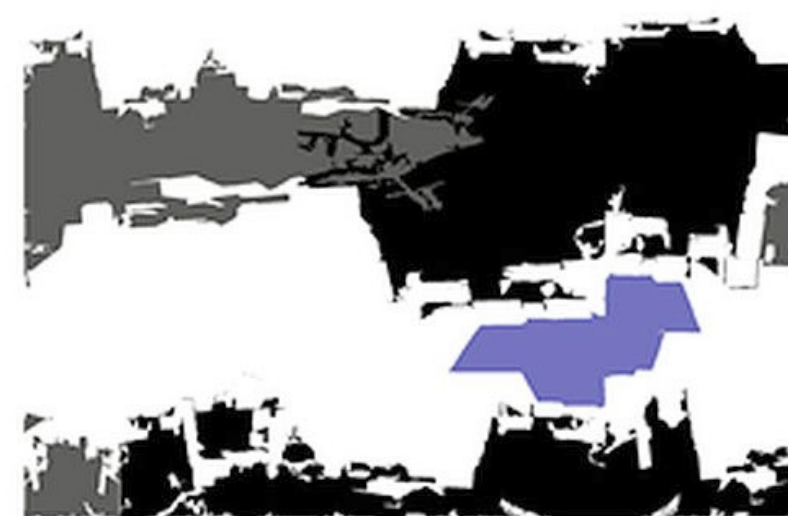
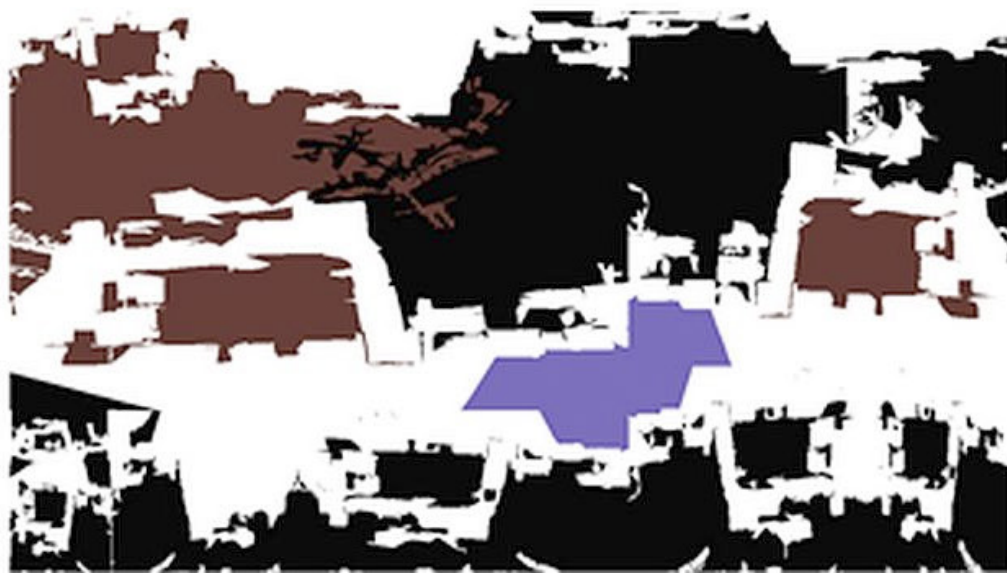


Figura 11. Descomposición cromática de una fotografía.
Fuente: Elaboración propia



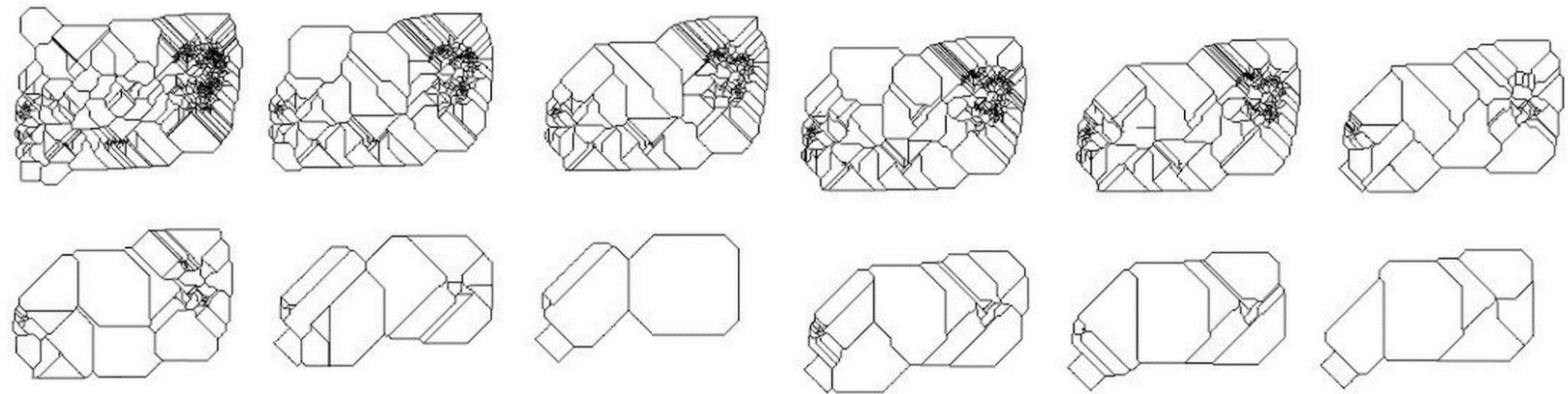


Figura 12. Descomposición vectorial, como mecanismo minimalista generador de tramas que abarcan y suponen una continuidad, a través de la discontinuidad morfológica que supone el paso desde el modulo al paisaje digital vectorizado.
Fuente: Elaboración propia.

Depuraciones Vectoriales

Otra estrategia de modelación abstrativa, corresponde a la descomposición y fragmentación escalar de tramas complejas, que permite comprender la

continuidad transformacional entre modulo y trama, y la transformaciones, mediante funciones iteradas, de `patrones morfológicos (Figura 12, 13, 14 y 15).

Además, de los procesos de vectorización y fragmentación escalar, es posible acudir también a modelaciones basadas en los principios de crecimiento propio iteración de funciones iteradas, los

cuales, con un cierto número acotado de reglas, es capaz de modelar procesos de organización y estructuración formal de variable complejidad morfológica.

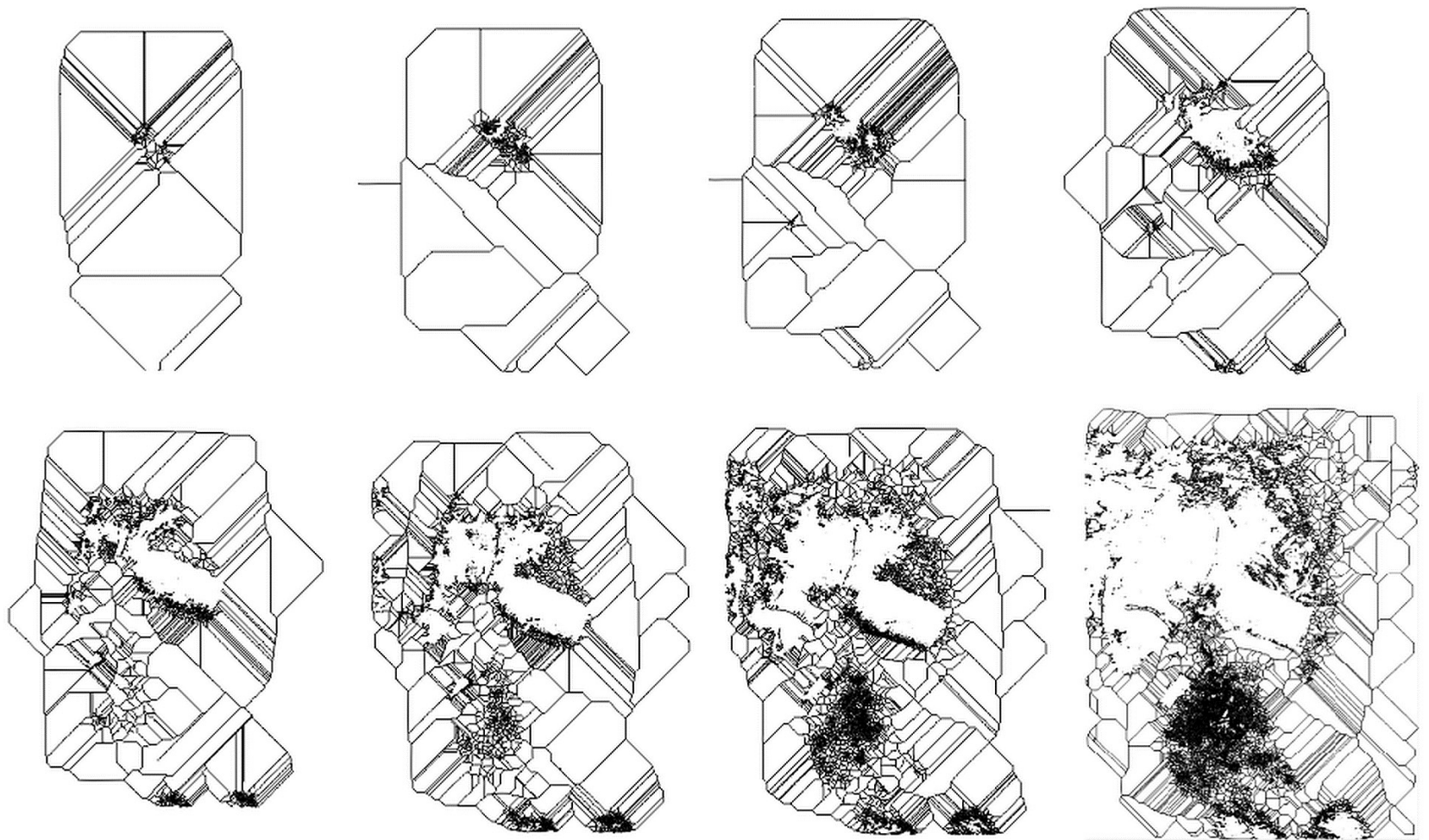


Figura 13. Secuencia de transformaciones generadas por alteración de un código algorítmico seguido de una variación angular, en LSVG.
Fuente: Elaboración propia.

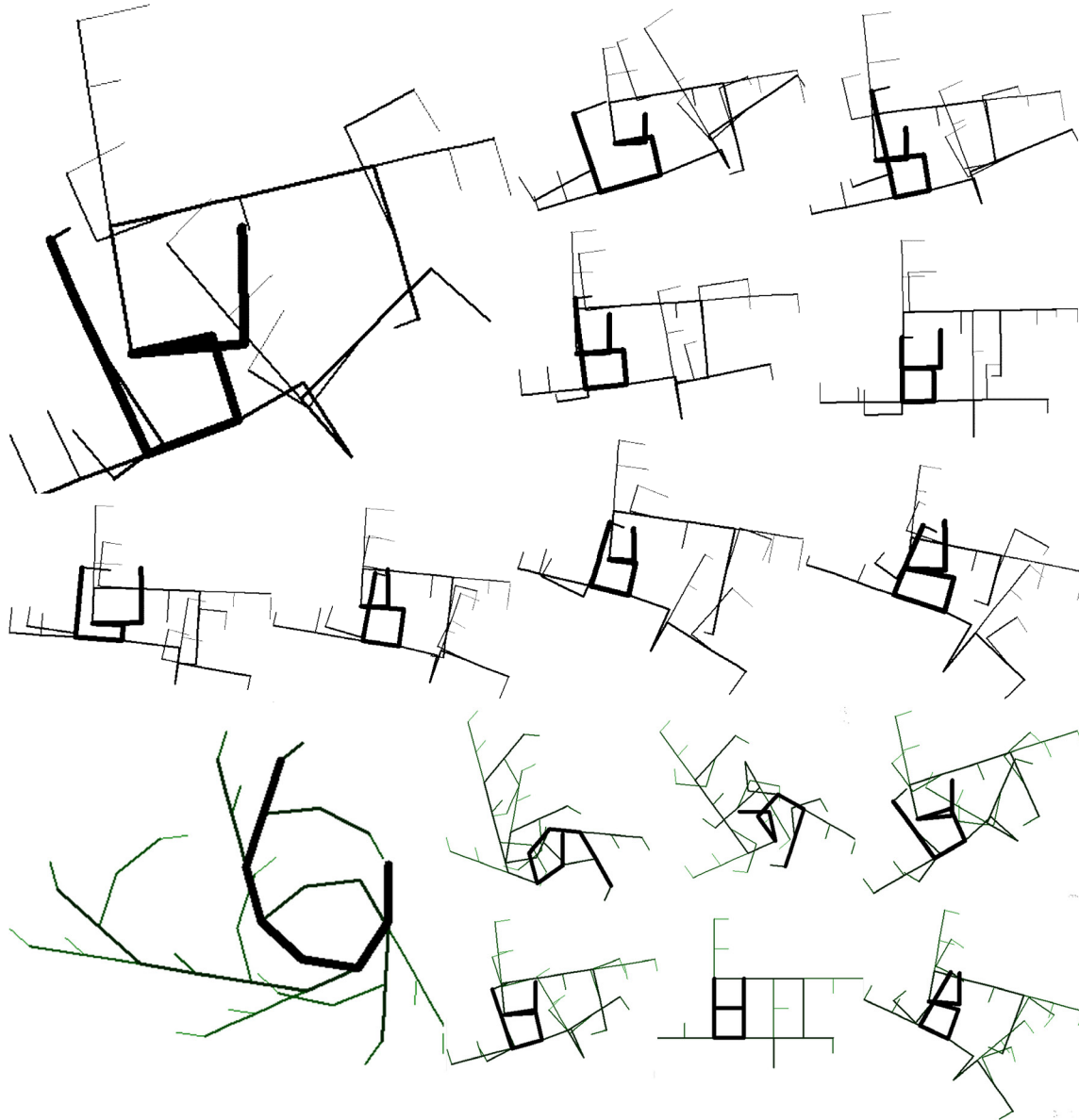


Figura 14-15. Secuencia de transformaciones generadas por alteración de un código algorítmico seguido de una variación angular, en LSVG.
Fuente: Elaboración propia.

Modelación Volumétrico - Espacial

Como un tercer paso, posterior a los ejercicios de descomposición, crecimiento y fragmentación morfológica de corte minimalista, se buscó que depuraran y tomaran consciencia operatoria de los pasos, procedimientos y momentos de un continuo en un proceso de transformación morfológica, atendiendo al tipo de operaciones que guían la modelación para cada caso. Así, se puso énfasis en que estos niveles aparecen en cualquier tipo de modelación, y que son partes de un proceso exploratorio global continuo, que deben articular, pero que cada uno, permite a su vez, un amplio campo de indagación y variación específica, destacando distintas posibilidades y niveles de exploración diacrónica y sincrónica.

Debe entenderse que, la complejidad de los modelos pre-arquitecturales propuesto, no es solo morfológica, sino que se mueve entre tipos de exploración formal, en este caso, más alejadas o cercanas a lo arquitectural o estético *per sé*. Entenderemos lo arquitectura, caracterizado por la incorporación de la noción de programa y funcionalidad, propia de criterios ya proyectuales.

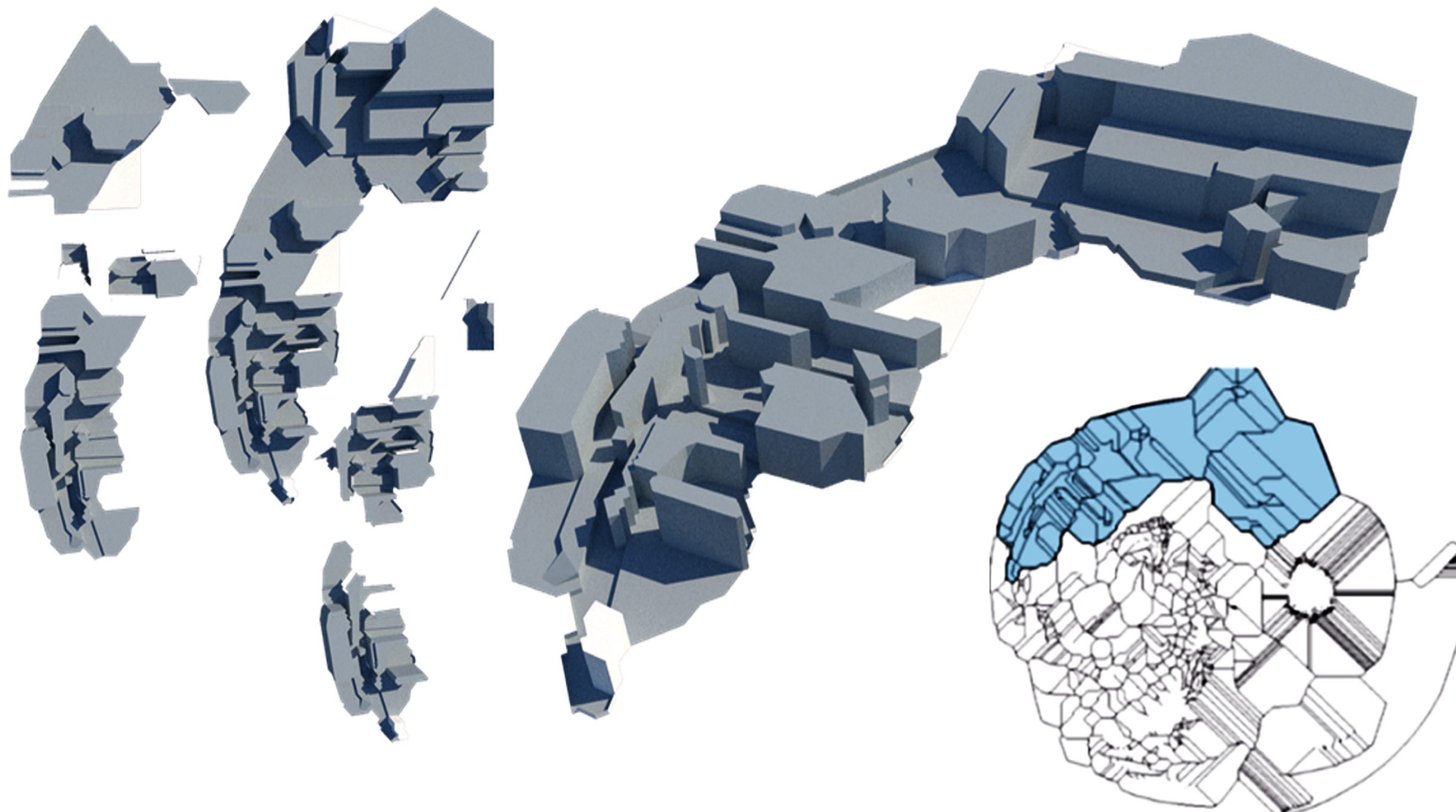


Imagen 16. Modelos de volumetrización a partir de tramas generadas mediante fragmentación modular.
Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

Como es posible observar, de estas configuraciones articuladas según principios de fragmentación multi-escalar, es posible generar principios ordenadores de un tejido en crecimiento, e incluso paisaje generativo basado en un lenguaje propio.

Modelaciones Digitales

Hasta el momento hemos planteado la importancia de la asimilación depuradora (basada en el principio de las formas puras de la tradición moderna) de lo amorfo o de las morfologías complejas, como base en la constitución de un campo morfológico fértil de exploración para la arquitectura. Esto supone un encuentro y tensión con la geometría euclidiana y poliédrica tradicional. Las siguientes modelaciones se orientan a modelos de ensambles constructivos generados en esta tensión morfológica:

Figura 17. Modelos de volumetrización espacial en tramas de fragmentación.
Fuente: Cañete, 2019 (en prensa).

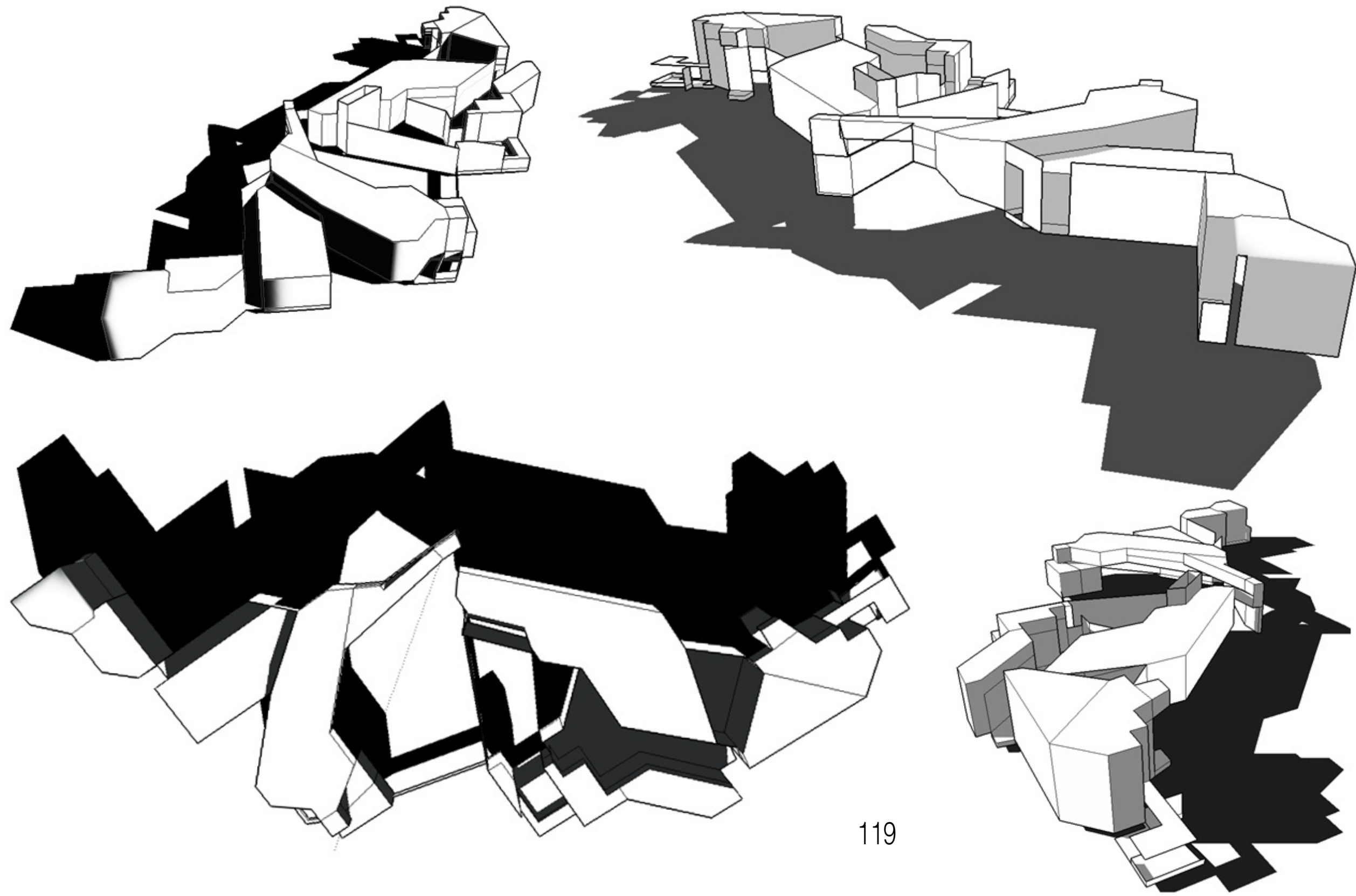


Figura 20-21. Modelos de volumetrización espacial en tramas de fragmentación.
Fuente: Cañete, 2019 (en prensa).

Modelos de Alumnos

Esta secuencia de fragmentación morfológica nos permite pasar, en una misma serie de transformación, niveles de complejidad formal que van desde el modulo o incluso grano irregular y sus relaciones adyacentes primarias (de apertura, cierre y formas mínimas de distancia y circulación) al plano de la formación de tramas o tejidos (gradientes, contrastes, intersticios, texturas, etc.), y aún mas, verdaderos landscape o paisajes minimalistas, mas complejos, y de mayor potencial y variación escalar. Por cierto, la relación entre la forma resultante y el conjunto de operaciones generativas, esta dado por la búsqueda de un principio de economía, es decir, pensado desde el conjunto de operaciones mínimas para tal fin global. Véase los siguientes casos:

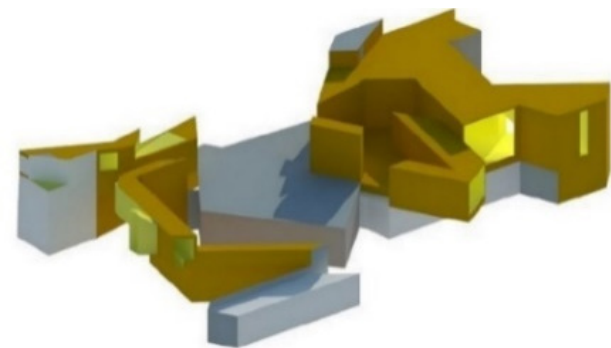


Figura 23-24. Render proyecto alumno Joaquín Mauna (2015) y José Bravo (2017). Ramo de Morfología, carrera de arquitectura. UV.
Fuente: Elaboración propia³.

³ Se presentan algunos trabajos de alumnos de diversas generaciones entre 2010-2017, como Adolfo Gutiérrez, Ninoska Vargas, Roberto Chang, Daniela Araya, José Bravo, A. Mamani, José Díaz, André Gerard y Joaquín Mauna, entre otros.

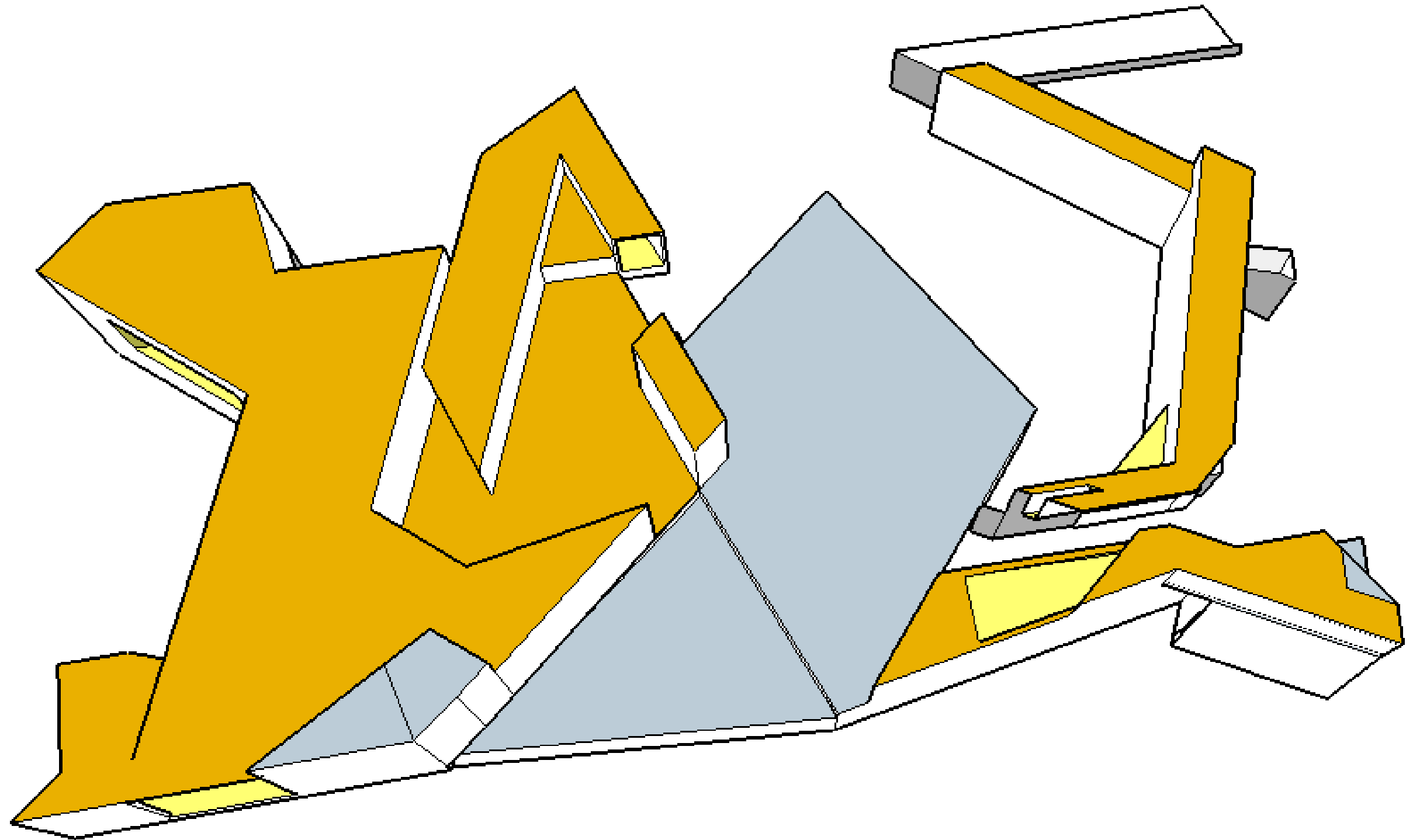
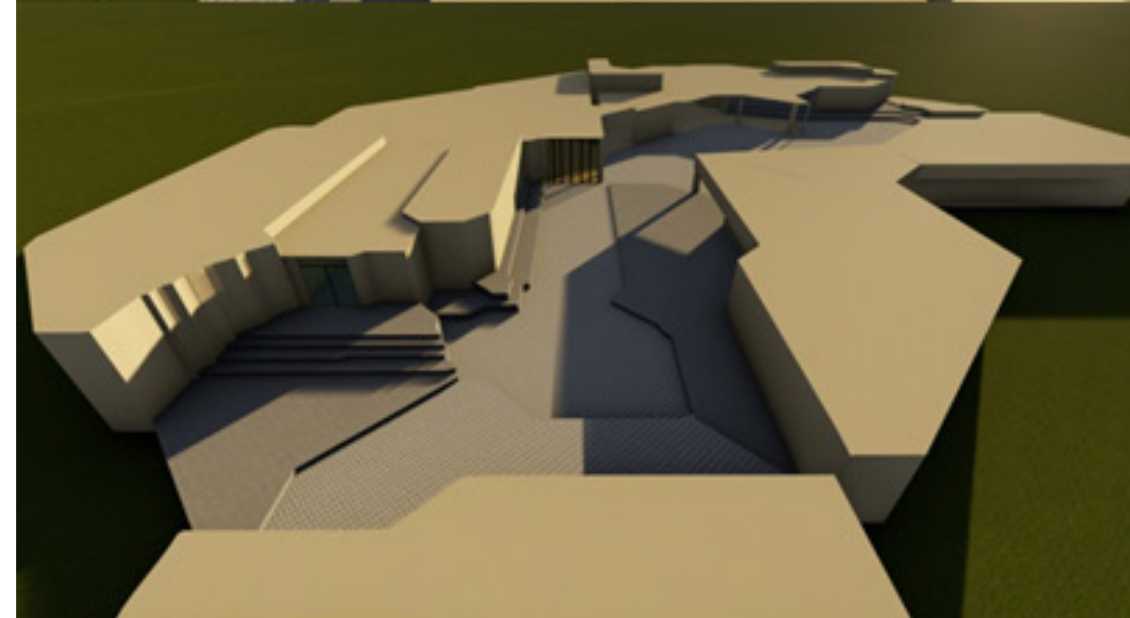
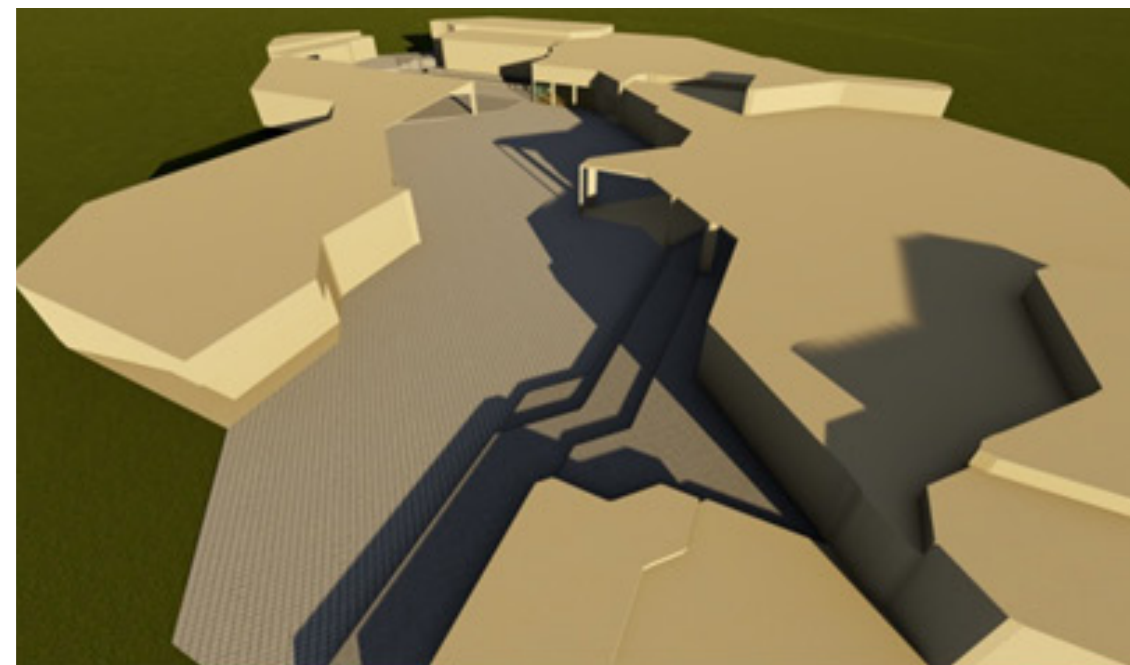
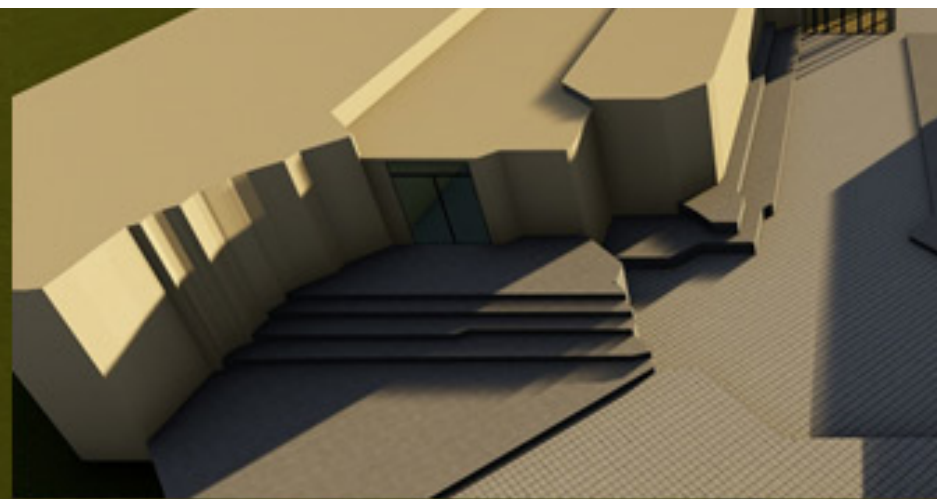


Figura 25-29. Modelos morfo-espaciales, de alumnos realizados en cátedra de Geometría fractal 2010-2015 y Morfologías, 2016-2017.
Fuente: Elaboración propia¹.



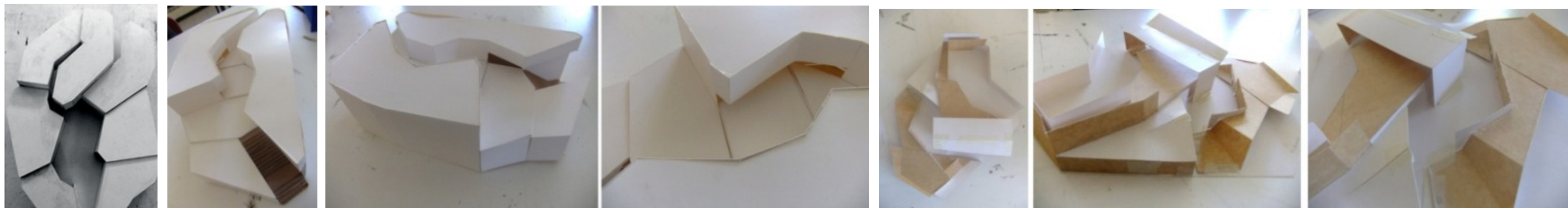
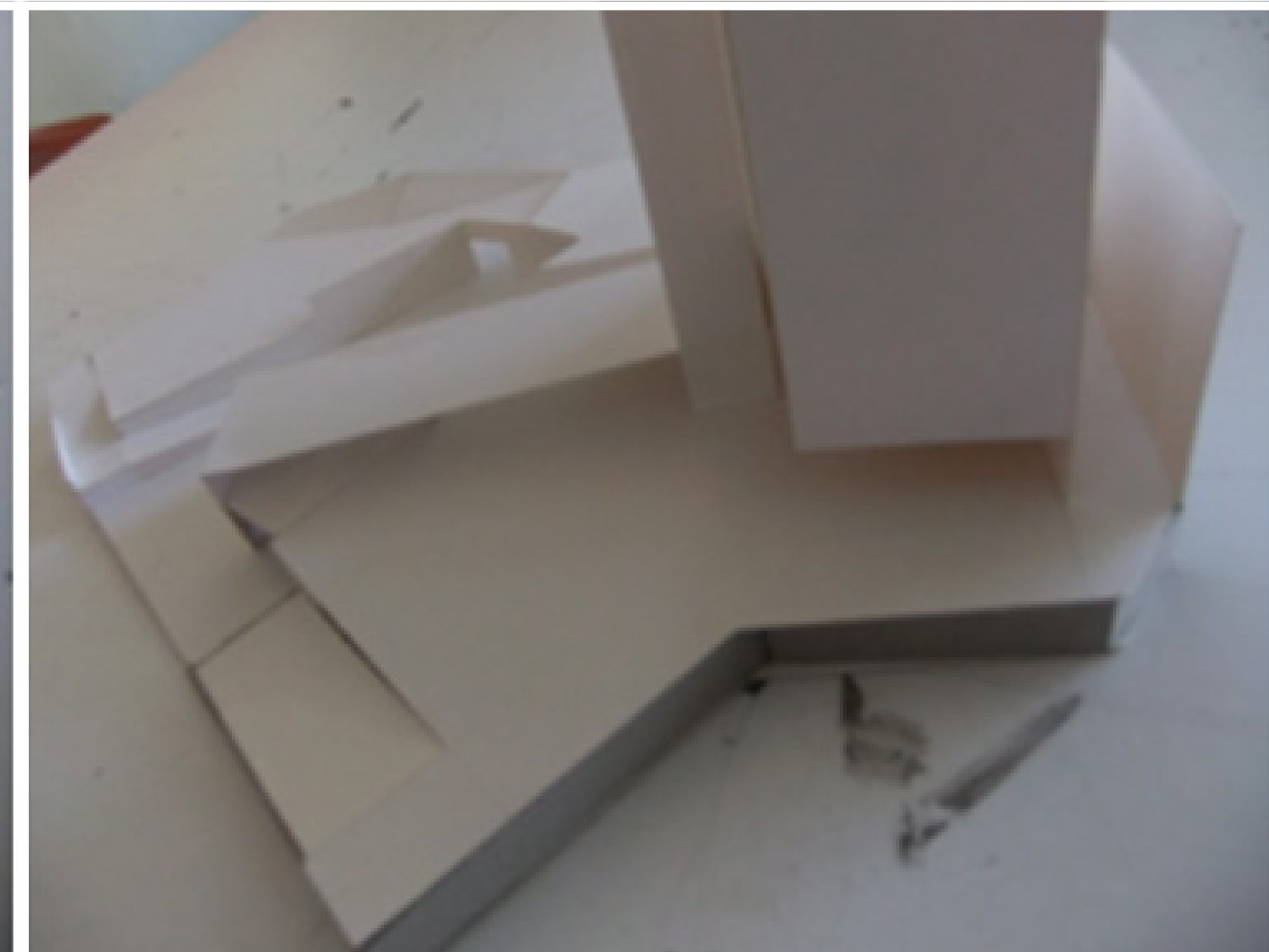
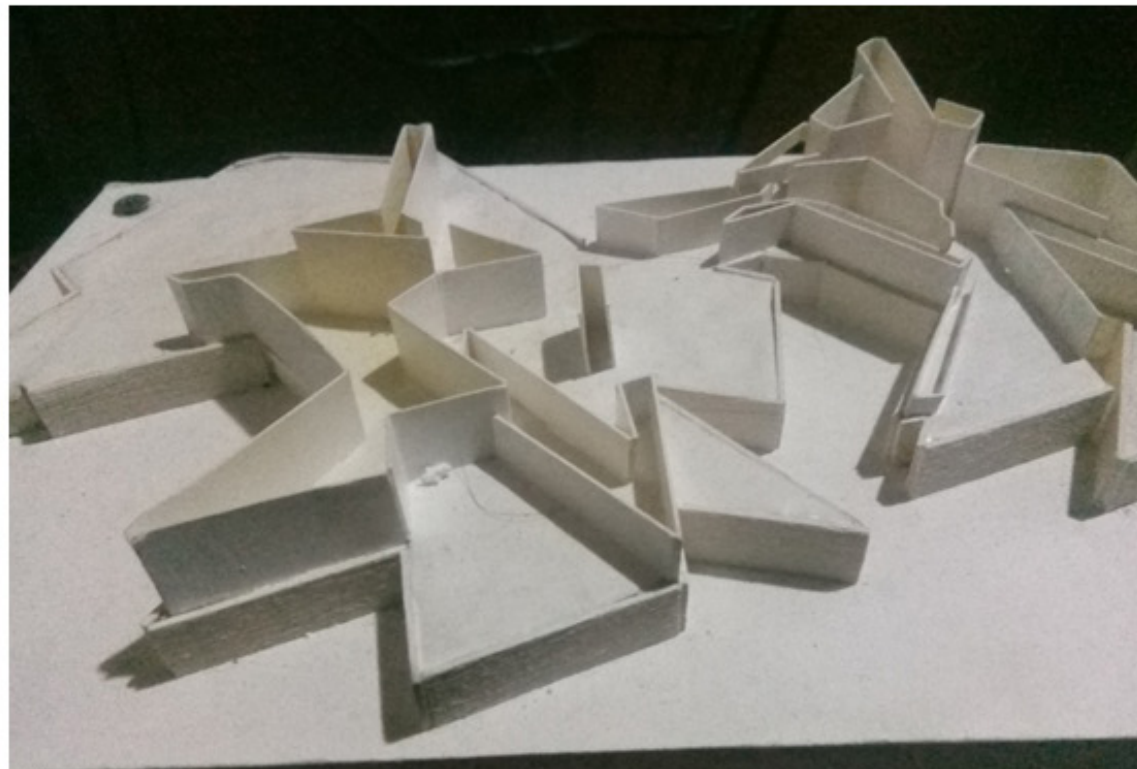
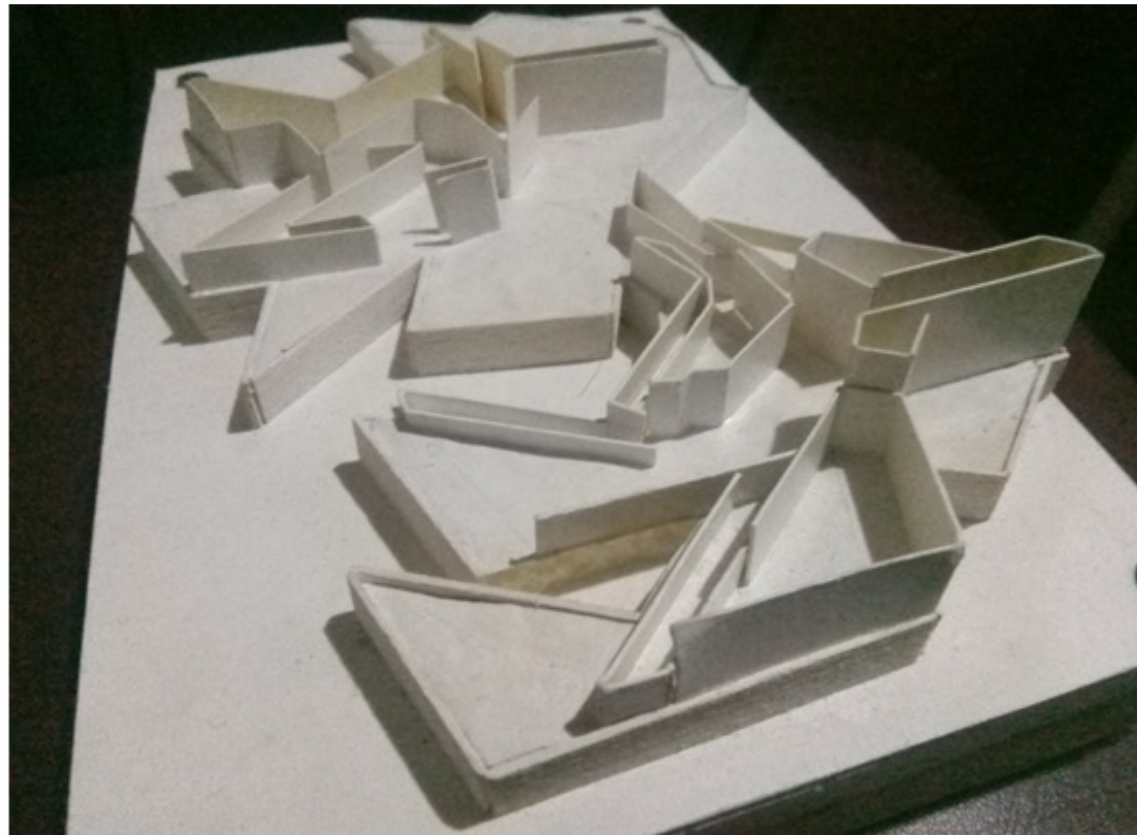


Figura 30-32. Modelos morfo-espaciales, de alumnos realizados en cátedra de Geometría fractal 2010-2015 y Morfologías, 2016-2017.
Fuente: Elaboración propia.





CONCLUSIONES

La enseñanza de la arquitectura, supone la exploración constante y creativa de las formas que puedan satisfacer y albergar espacios y lugares para ser habitados. En este proceso, es posible distinguir niveles de complejidad diferentes. En particular, hemos de tomar el campo de las exploraciones espaciales que se nos abre en relación con la exploración de morfologías complejas, generadas o al menos, influenciadas por las geometrías de la Complejidad para realizar modelos que satisfagan diversos grados de condiciones espaciales, propias del lenguaje formal arquitectónico, tales como el uso de vacíos, circulaciones, gradientes, jerarquías de volúmenes, tensión entre y volúmenes, magnitudes, centralidad, etc.

En el artículo, se expuso, no solo una visión del trabajo realizados en los talleres de arquitectura, ramos y módulos de taller, que incluyen aplicaciones de un modelo de trabajo tendiente a combinar estas exploraciones con criterios pre-proyectuales, susceptible de complejizarse, sino también de integrarse a criterios algorítmicos-procedimentales.

Figura 33. Modelos morfo-espaciales, de alumnos realizados en cátedra de Geometría fractal 2010-2015 y Morfologías, 2016-2017.
Fuente: Elaboración propia.

REFERENCIAS

- Cañete, O. (2019). *Minimalismo Fractal Generativo*. (en prensa). Santiago de Chile: Universidad de Valparaíso.
- Cañete, O. (2018a). El Trazo sutil amplificado. dibujos de observación en Taller de Arquitectura. *Academia XXI*, 9(17). 130-151.
- Cañete, O. (2018b). Ensamble Organum: experiencia docente en arquitectura basada en modelaciones morfológicas. *Revista Científica*, 3(9). 174-189. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2018.3.9.9.174-189>
- Cañete, O. (2017). De tramas, fragmentos y paisajes Digitales: Morfogénesis y prototipos pre-arquitecturales. *Academia XXII*, 8(15). 37-69. <http://dx.doi.org/10.22201/fa.2007252Xp.2017.15.60415>
- Cañete, O. (2016). Exploraciones morfológicas en texturas modulares. Aproximaciones desde el objet trouvé al diseño paramétrico. *Revista de Arquitectura*, 18(1), 76-97. <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.1.8>
- Cañete, O. (abril 8, 2015). *Morfologías digitales*. [Facebook]. Recuperado de <https://www.facebook.com/Morfologías-Digitales-374652622737210/>
- Cañete, O. (2014). *Arquitectura, complejidad y morfogénesis*. Santiago de Chile: Universidad de Valparaíso.
- Cañete, O. y López, F. (2015). El Domo generativo: Modelación Morfológica y diseño Paramétrico. Base del estudio de ensambles modulares en la fabricación de prototipos para sistemas cad-cam. *Módulo Arquitectura CUC* 14(1). 105-132.
- Grassi, M. (2013). La Psicología de la Gestalt y la Bauhaus: una historia de intercambios e intersecciones (1919-1933). *Eä - Journal of Medical Humanities & Social Studies of Science and Technology*, 5(2). 1-33. Recuperado de <http://www.ea-journal.com/images/Art05.02/Grassi-Psicologia-de-la-Gestalt-y-la-Bauhaus.pdf>
- Kandinsky, W. (2003). *Punto y línea sobre el plano*. Buenos Aires: Paidós
- Lindenmeyer, A. & Przemyslaw, P. (1996). *The Beauty Algorithm of Plants*. New York: Springer-Verlag. <http://algorithmicbotany.org/papers/abop/abop.pdf>
- Mandelbrot, B. (1997). *Los Objetos Fractales*. Madrid: taurus
- Schwartzmann, F. (1967). *Teoría de la Expresión*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Thompson, D'A. (1992). *On Growth and form*. New York: Cambridge University Press. Available from <https://archive.org/details/ongrowthform00thom/page/n7>
- Omar Cañete Islas es Magister en Psicología Social. Docente de la carrera de Arquitectura en la Universidad de Valparaíso (Chile) desde el año 2000 hasta la fecha. A realizado trabajos en temas de forma, territorio y ciudad, además de procesos creativos. A publicaco diversos artículos en revistas indexadas de talla internacional.